

PROGRESSO GENÉTICO NO RENDIMENTO DO TRIGO E SUA ASSOCIAÇÃO COM DIFERENTES CARACTERES SOB VARIAÇÕES AMBIENTAIS¹

FRANCISCO DE A. FRANCO² e FERNANDO I.F. DE CARVALHO³

RESUMO - A diversidade genética e a variabilidade de caracteres morfofisiológicos foram examinados através da análise do potencial genético do rendimento de grãos de onze genótipos de trigo, submetidos a dois níveis de adubação e de fungicida. Os experimentos foram conduzidos durante os anos de 1983 e 1984. Os resultados não foram consistentes de um ano para outro, em virtude da existência de interação genótipo vs. ambiente. Mas, os dados indicaram um acréscimo do potencial de rendimento de grãos dos recentes genótipos em relação aos antigos. O incremento na capacidade de rendimento parece ocorrer em virtude de um progressivo avanço do potencial de produtividade das cultivares, do número de grãos por espiga e do aumento do período de duração da área verde da lâmina da folha-bandeira. Além disto, a análise do coeficiente de parentesco (r) sugere que o limitado número básico de genitores utilizados nos diferentes cruzamentos pode ter contribuído para a redução da base genética da cultura.

Termos para indexação: variabilidade morfológica, níveis de adubação, fungicidas, genótipos, cultivares.

GENETIC PROGRESS IN WHEAT GRAIN YIELD AND ITS RELATIONSHIP

ABSTRACT - The genetic diversity and the variability of morpho-physiological traits associated with grain yield potential of eleven Brazilian wheats were examined during two years, under two fertilizer and fungicide levels. The results from two experiments carried out in 1983 and 1984 were not consistent due to the genotype x environment interaction. On the other hand, the results indicated that recent genotypes demonstrated higher yield than the old ones. The increase of the yield capacity appears to be due to a progressive improvement in the potential yield of varieties, kernels/spike number and increase green flag leaf area duration. Furthermore, the relative coefficient (r) suggests that a limited basic number of parents utilized on the different crosses may have contributed for a smaller genetic base on the crop.

Index terms: morphological variability, fertilizer levels, fungicide levels, genotypes, cultivars.

INTRODUÇÃO

Para o incremento do potencial de rendimento de grãos de trigo, os fitomelhoristas procuraram utilizar bases genéticas de germoplasmas disponíveis em diferentes regiões de cultivo. Um progresso genético em caracteres de importância agrônômica, correlacionado com o aumento de produtividade de grãos, poderá ter proporcionado um ganho genético substancial no rendimento dos genótipos criados mais recentemente. Entretanto, pode também ter ocorrido uma redução na base genética do

germoplasma de trigo brasileiro, em decorrência de uma constante utilização de genitores com maior capacidade combinatória e alta adaptabilidade.

Esta manutenção de um pequeno número de genótipos como genitores básicos pode ter conduzido à preservação de uma reduzida base genética, permitindo a cada ciclo de recombinação um estreitamento da variabilidade genética e uma intensificação do nível de vulnerabilidade na espécie.

Por outro lado, um lento mas progressivo avanço genético na cultura do trigo pode ter sido proporcionado pelos rearranjos na estrutura morfofisiológica, nas recombinações da constituição genética e na manutenção de fatores responsáveis pela adequação e adaptação da espécie em novos ambientes.

Desta forma, parece ser necessário um estudo mais detalhado para determinar que caracteres podem ter contribuído para o progresso genético da espécie e avaliar o grau de parentesco entre os

¹ Aceito para publicação em 17 de setembro de 1986. Trabalho extraído parcialmente da Tese de Mestrado apresentada pelo primeiro autor na Fac. de Agron. da Univ. Fed. do Rio Grande do Sul, maio de 1985.

² Eng. - Agr., M.Sc., OCEPAR, Caixa Postal-1203, BR 467, kg 19, CEP 85800 Cascavel, PR.

³ Eng. - Agr., Ph.D., Univ. Fed. do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 776, CEP 90000 Porto Alegre, RS.

diferentes genótipos empregados neste estudo; pois a identificação dos caracteres morfofisiológicos que determinam benefícios agrônômicos à cultura e a determinação das associações com os componentes responsáveis pelo rendimento de grãos poderão contribuir de forma direta no auxílio de programas de melhoramento.

As facilidades de intercâmbio entre diferentes instituições de pesquisa têm permitido uma intensa recombinação gênica através da utilização de germoplasmas provenientes de diferentes origens.

Jain (1982) salientou que a agricultura mundial tem sido totalmente dependente dos recursos genéticos de diferentes espécies, e esta disponibilidade tem permitido a obtenção de progressos na capacidade de rendimento de grãos e transformações drásticas na arquitetura das plantas.

Frey (1972) observou um incremento de 35% a 60% no potencial de produtividade dos genótipos de trigo nos Estados Unidos em cinco a seis décadas de melhoramento.

Os acréscimos no potencial de rendimento de grãos das novas cultivares, constatadas por Moreira et al. (1982) e Torres et al. (1982), e as modificações de diferentes caracteres de planta de trigo (Gaudêncio 1981), têm contribuído para ressaltar um progresso genético da cultura no Brasil. Entretanto, apesar do grande número de germoplasmas utilizados através do melhoramento, o progresso genético contribui também para uma redução substancial da variabilidade disponível, dado o emprego freqüente de certos genitores básicos que possibilitam a manutenção de um grau de parentesco entre os novos genótipos (Johnson et al. 1968, St. Martin 1982, Rodgers et al. 1983).

A utilização de fungicidas para o controle de moléstias em plantas de trigo pode auxiliar a identificação dos caracteres de planta de maior contribuição para a expressão de produtividade de grãos. Moreira et al. (1978) e Baier (1982) salientaram a eficiência dos fungicidas no controle de moléstias que interferiam na expressão fenotípica de diferentes caracteres de planta e na resposta de rendimento de grãos de genótipos de trigo. Por outro lado, Carvalho et al. (1980) e Fernandes et al. (1980) consideraram as condições climáticas como sendo o principal fator determinante das variações da média de rendimento de grãos entre anos.

A manifestação da capacidade de rendimento de grãos das plantas de trigo na maioria das áreas cultivadas está, de certa forma, condicionada à adubação química. Austin et al. (1980) e Faedo (1981) verificaram que determinados genótipos apresentaram maior capacidade de rendimento de grãos em condições de solos com maior disponibilidade de nutrientes. Os acréscimos expressivos na produtividade de grãos nos últimos anos, em diferentes países, têm sido acompanhados do incremento de níveis mais elevados de macronutrientes (Borlaug 1965, McMahon 1982, Kochhann 1982). Por outro lado, Muzilli & Hoepfner (1981) constataram que os genótipos brasileiros, de porte elevado e alto rendimento de palha, apresentaram alta freqüência de acamamento com o emprego de doses elevadas de nitrogênio.

As altas correlações do número de grãos com rendimentos sugeridos por Fischer & Kohn (1965), Fischer et al. (1977) e Ledent & Moss (1979) podem explicar grande parte das variações de produtividade de grãos; entretanto, as alterações das condições de ambiente em determinado momento favorecem um componente de rendimento em detrimento do outro, em função das respostas fisiológicas. Simmons et al. (1982) salientaram que a magnitude de resposta do genótipo está na dependência da fase, inicial ou final, onde ocorrem as alterações no suprimento de produtos da fotossíntese durante o período de desenvolvimento dos grãos.

A existência de variabilidade em caracteres morfofisiológicos poderá auxiliar no entendimento das diferenças de comportamento entre genótipos. As variações de resposta encontradas nos caracteres morfológicos provocados pelo aumento de densidade de sementes, segundo Briggs & Aytenfisu (1980), eram devidas a um efeito depressivo em todos os componentes de rendimento de grãos; entretanto, estas reduções podem ser compensadas pelo maior número de plantas, característica esta encontrada por Borlaug (1965), Donald (1968), Evans (1979) e McMahon (1982) nos novos genótipos de baixa estatura e com menor capacidade competitiva do que as cultivares tradicionais, que possibilitavam a obtenção de maior produtividade de grãos por unidade de área.

O melhoramento genético contribuiu também para a expressão de um período maior de duração

da área verde da lâmina da folha bandeira e um aumento da produção de carboidratos pelo maior período de contribuição da folha (Evans & Dunstone 1970). Borojevic & Williams (1982) verificaram que este período de duração da área da folha tinha um grande efeito no resultado de rendimento de grãos de cada genótipo. Esta duração da área verde da lâmina da folha-bandeira poderá estar estreitamente relacionada ao rendimento de grãos em virtude do maior período de contribuição da folha para o processo fitossintético da planta (Khalifa 1973, Evans et al. 1975, Austin et al. 1980, Mohiuddin & Croy 1980, Ellison et al. 1983), podendo também contribuir para o entendimento do comportamento apresentado pelos diferentes genótipos testados.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho desenvolvido estava constituído de dois experimentos compostos por genótipos de destacado comportamento em cultivo e/ou experimentação; dois genótipos de trigo eram recomendados para cultivo antes de 1950 (Trintecino e Frontana), três entre 1950 e 1970 (IAS 20, Cotiporã e Nobre), três entre 1970 e 1980 (IAS 54, Jacuí e CNT 10) e três ainda em fase de experimentação (OC 8148, PF 79547 e S 8020), estabelecidos na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), em Guaíba, RS, nos anos de 1983 e de 1984 (Fig. 1).

Pela genealogia de cada cultivar envolvida neste estudo foram identificados os genitores utilizados nos diferentes cruzamentos para posterior estimativa do coeficiente de parentesco (r), através da equação de Kempthorne (1969); sendo o relacionamento entre os dois genótipos computado pela fórmula de Emik & Terrill (1949) e o coeficiente de endogamia, estimado através do método descrito por Falconer (1981). Nestes modelos, tanto para o coeficiente de parentesco como para o coeficiente de endogamia está implícita a suposição de que um genótipo proveniente de um cruzamento, possui a metade ($1/2$) da constituição genética de cada genitor. Para os primeiros genótipos criados no Brasil (Polyssu e Alfredo Chaves) foi atribuído um coeficiente de parentesco igual a zero ($r = 0$) e entre os Alfredo Chaves foi admitido com coeficiente igual a unidade ($r = 1$).

Nos dias 10.6.83 e 18.6.84 os experimentos foram estabelecidos a campo. O delineamento experimental empregado foi o de parcelas sub-subdivididas, arranjadas em blocos ao acaso com quatro repetições. Dentro de cada bloco foram sorteados os tratamentos presença (CF) e ausência (SF) de fungicida nas parcelas principais; doses alta de adubação (AA) e recomendada (AR) nas subparcelas, formadas através de um sorteio ao acaso de onze ge-

nótipos; cada um destes determinava uma sub-subparcela com duas linhas protegidas por uma linha de bordo da linhagem E 7414 no ano de 1983, e quatro linhas, no ano de 1984, sendo as duas externas consideradas como bordo, espaçadas de 0,30 m e com 3 m de comprimento.

A semeadura realizada na base de 200 e 217 sementes por metro quadrado no ano 1983 e de 1984, respectivamente, objetivaram uniformizar o número de plantas para todos os genótipos. Os dois níveis de adubação (subparcela) foram empregados no momento da semeadura, conforme especificação da Tabela 1, com uma complementação realizada dia 11.8.83, em cobertura, de 100 kg/ha da fórmula 10-20-10 (N-P-K) e dia 17.8.84 com 200 kg/ha de uma mistura composta de uréia (45% de N), superfosfato simples (18% de P_2O_5) e cloreto de potássio (60% de K_2O), correspondendo a proporção de 20%, 26% e 15%, respectivamente, para AA e 100 kg/ha da mesma composição para AR.

No controle geral de moléstias foram empregadas as misturas dos produtos comerciais, com doses e nomes técnicos relacionados na Tabela 1, com início a partir dos estádios de alongamento do colmo do genótipo mais precoce (período de 35 a 39 dias da escala de Zadoks et al. 1974); sendo a primeira com triadimefon, maneb e captafol; a segunda com maneb, triadimefon, captafol e benomyl, doze dias após a primeira; a terceira e quarta com maneb, captafol e benomyl, doze dias após a segunda e a terceira, respectivamente, no ano de 1983. No ano de 1984 a primeira aplicação constou de triadimefon, maneb e propiconazole; a segunda, terceira e quarta com maneb, propiconazole e benomyl, doze dias após a primeira, a segunda e a terceira, respectivamente, em doses conforme descrição incluída na Tabela 1.

As determinações do período de duração da área verde da lâmina de folha-bandeira (DAF), em número de dias, do espigamento até o amarelecimento da última parte verde, foram realizados em 10 colmos principais. A estatura da planta, em centímetros foi detectada através da média de três determinações em cada sub-subparcela, tomada da superfície do solo ao ápice da espiga, sem considerar as aristas. Para a determinação de rendimento de grãos (REND) foram colhidas duas linhas de 2 m de comprimento da parte central da sub-subparcela. O rendimento corrigido (REND_C) foi obtido no ano de 1983 através de uma análise de covariância, em virtude da ocorrência de variação do número de plantas por unidade experimental; o rendimento estimado (RENDES) foi computado através do produto da média geral de espigas/1,2 m² (de todos os genótipos), pelo número médio de grãos por espiga e pelo peso médio do grão de cada cultivar. O número de grãos por espiga foi determinado através da média obtida de dez espigas, provenientes dos colmos identificados para a determinação do DAF, e o total de grãos produzidos por estas dez espigas foram pesados para determinar o peso médio do grão em miligramas.

Os dados detectados para diferentes caracteres foram submetidos a uma análise de variância individual, confor-

me modelo de Steel & Torrie (1980). As diferenças entre as médias foram avaliadas pelos testes de Duncan para as comparações entre genótipos e a diferença mínima significativa (DMS) para as comparações dos tratamentos de fungicida e de adubação, na média de um determinado genótipo ou na média geral dos genótipos, ao nível de 5% de probabilidade. O desvio-padrão da média foi empregado para os valores médios obtidos das determinações nos dois anos.

como corrigido (RENDC) e estimado (RENDES), verificar a existência de uma contribuição estatisticamente significativa sobre o rendimento médio de grãos dos onze genótipos testados, em comparação com os níveis menores; entretanto os acréscimos na média de 1983, parecem ser de pequena expressão, considerando a baixa produtividade média das cultivares na presença dos tratamentos

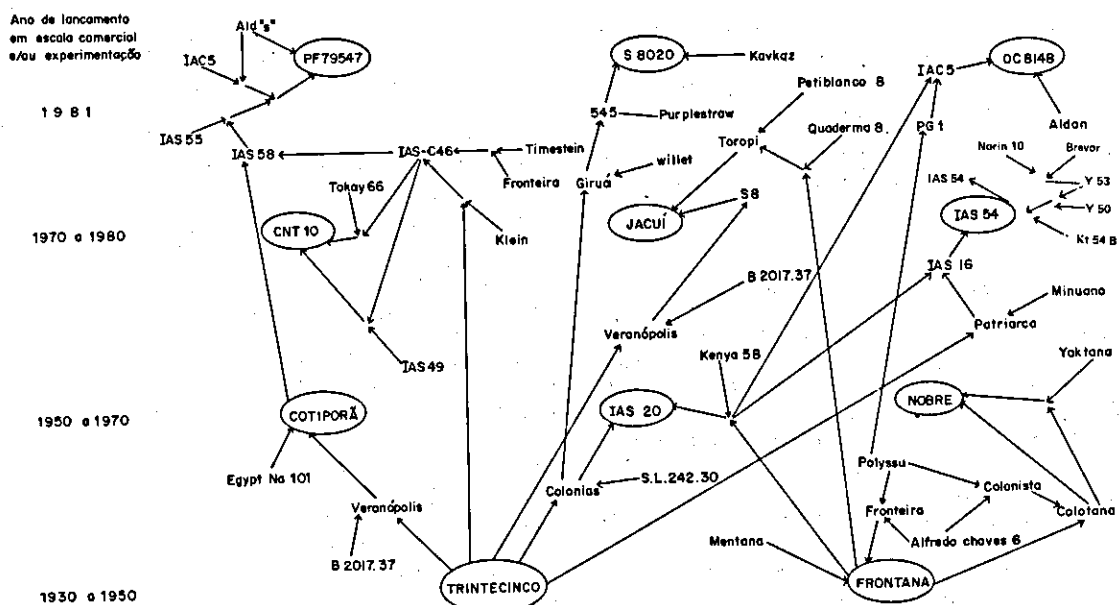


FIG. 1. Período de lançamento em escala comercial e genealogia de onze genótipos de trigo, incluídos nos dois experimentos, conduzidos na EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1983 e 1984.

RESULTADOS

O coeficiente de parentesco (r) utilizado para comparar o grau de relacionamento entre genótipos permitiu verificar que todas as cultivares testadas revelavam certo grau de parentesco (Tabela 2 e Fig. 1); entretanto o Trintecinco e o Cotiporã expressaram distorções, não permitindo a identificação de origem com Frontana, Nobre e OC 8148.

Os dados sobre o caráter rendimento de grão, incluídos na Tabela 3, e computados sob três formas distintas, permitiram expressar as variações existentes de comportamento diferencial dos genótipos, embora as médias revelassem um grande número de similaridade de produtividade de grãos. A análise dos efeitos de adubação e fungicida possibilitou, tanto sob o rendimento obtido (REND)

adubação e fungicida. Através da avaliação do rendimento de grãos entre genótipos, foi constatado um grande desempenho de S 8020 que apresentou a maior média de produtividade em relação às demais cultivares testadas; contudo nas análises individuais o CNT 10 havia apresentado uma frequência de 50% como uma das cultivares de maior produtividade, o que pode estar indicando também uma elevada capacidade de rendimento de grãos para este genótipo.

A média do número de grãos por espiga, dos onze genótipos testados, foi sensível aos efeitos de maior disponibilidade de nutrientes (Tabela 4). Este caráter também revelou uma média significativa, no ano de 1984, nas condições de ambiente com controle de moléstias em relação ao ambiente sem controle. A variabilidade fenotípica para o nú-

mero de grãos por espiga, detectada através das médias produzidas pelos distintos genótipos, permitiu o destaque do S 8020 por produzir média significativamente superior às demais cultivares; entretanto a similaridade de comportamento revelado pelo CNT 10 ou OC 8148 com o S 8020, em um ano de teste, também expressa uma possibilidade de elevado potencial deste caráter nestes genótipos.

área verde da lâmina da folha-bandeira em relação ao tratamento sem controle (Tabela 5). As análises dos resultados das diferenças entre médias, produzidas pelos diferentes genótipos, revelaram uma similaridade no período médio entre S 8020, OC 8148, CNT 10 e Jacuí; embora ocorra equivalência entre genótipos para duração da área verde da lâmina da folha-bandeira, o comportamento evidenciado pelo S 8020 nas análises individuais, pode es-

TABELA 1. Doses de adubação e de fungicida utilizados nos dois experimentos estabelecidos na EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1983 e 1984.

Tratamento	Adubação (kg/ha)						Nome técnico	Concentração		Dose kg e/ou l/ha de produto comercial
	1983			1984				Pó malhável	Concentrado emulsionável	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O				
Adubação alta + presença de fungicida	60	180	60	24	112	80	Triadimefon	25		0,5
							Maneb	80		2,5
							Captafol ¹		39	1,0
							Propiconazole ²		25	0,5
							Benomyl	50		0,5
Adubação alta + ausência de fungicida	60	180	60	24	112	80	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil
Adubação recomendada + presença de fungicida	30	90	30	12	56	40	Triadimefon	25		0,5
							Maneb	80		2,5
							Captafol ¹		39	1,0
							Propiconazole ²		25	0,5
							Benomyl	50		0,5
Adubação recomendada + ausência de fungicida	30	90	30	12	56	40	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil

¹ Utilizado no ano de 1983.

² Utilizado no ano de 1984.

O componente peso do grão não foi afetado pela utilização de maior ou menor aplicação de nutrientes no solo (Tabela 4), mas a presença de fungicida para o controle de moléstias foi determinante no aumento do peso do grão, tanto na média dos onze genótipos comparados como na interação simples (fungicida vs. genótipo). Os maiores valores médios do peso do grão, foram revelados pelos genótipos PF 79547, Nobre e Jacuí; entretanto, o valor do caráter obtido sobre a condição de ambiente com fungicida, onde o peso do grão apresenta reduzidos efeitos de ambiente, permite caracterizar o PF 79547 e o Nobre como os genótipos que revelaram maior expressão fenotípica deste componente de rendimento.

As aplicações de fungicidas, para reduzir os efeitos de moléstias nas plantas, contribuíram para proporcionar maior período médio de duração da

tar indicando maior contribuição da folha deste genótipo para o processo fotossintético da planta.

A utilização de maior quantidade de fertilizantes provocou aumento significativo na estatura das plantas, quando comparado com as condições de adubação recomendada (Tabela 5). A análise de interação entre genótipo vs. adubação, para o caráter estatura de planta, possibilitou constatar a existência de 3 genótipos (OC 8148, PF 79547 e IAS 54) com menor porte de planta, tanto sob o efeito da adubação alta como da recomendada.

DISCUSSÃO

A escolha de genótipos de melhor desempenho em condições de cultivo, para estimar o avanço genético do melhoramento de trigo no Sul do Brasil, — considerando como parâmetro três genótipos

ainda em fase de testes para recomendação em escala comercial —, proporcionou importantes informações a respeito do potencial genético revelado em diferentes condições de ambiente. A análise dos resultados obtidos através do coeficiente de parentesco (r), inserida na Tabela 1, revelou um grau de relacionamento entre os diversos genótipos, em virtude da contribuição de determinados genitores ou de seus ancestrais para o germoplasma existente (Fig. 1). De maneira geral o grau de parentesco, revelado através do coeficiente, indicou que os programas de melhoramento de trigo exercidos por diferentes instituições de pesquisa, utilizaram genótipos similares que proporcionaram maior número de progênes de melhor desempenho para as condições de ambiente do extremo sul; pois tanto o Trintecincinco como o Frontana, ou mesmo seus ancestrais, contribuíram de forma acentuada na constituição genética de diversos cruzamentos, mantendo conseqüentemente um grau de parentesco entre os distintos genótipos. Este relacionamento generalizado entre as cultivares poderá estar determinando uma redução da variabilidade genética da espécie. Além disto, a determinação do grau de parentesco também contribuiu para um melhor entendimento da similaridade da resposta, nos diferentes caracteres analisados, em grande parte dos genótipos envolvidos no estudo.

no controle de moléstias, foram consistentes nos dois anos agrícolas, revelando que o fungicida empregado contribuiu para maior produtividade de grãos. A presença de fungicida foi marcante, principalmente no ano de maior produtividade onde os efeitos do produto químico possibilitaram um expressivo aumento no potencial de grãos produzidos. Revelando, desta forma, que o menor rendimento de grãos não estava relacionado à maior frequência de moléstias, uma vez que o maior efeito do fungicida ocorreu no ano de maior produtividade, concordando com o estudo de Carvalho et al. (1980) e Fernandes et al. (1980) que consideraram as condições climáticas como fator determinante de variações de rendimento de grãos.

O maior período médio de duração da área verde da lâmina da folha-bandeira, obtido sob efeito da utilização do fungicida, ressaltou que o controle de moléstias permitia a manutenção de maior período com área verde da folha, o que parece ter possibilitado uma disponibilidade mais acentuada de assimilados para o suprimento da demanda requerida pelos grãos, conforme apontaram Evans et al. (1975), Austin et al. (1980), Mohiuddin & Croy (1980) e Ellison et al. (1983); fato este evidenciado pelo maior peso médio do grão na presença de fungicida em ambos os anos testados, que contribuiu de forma direta para as diferenças na média do rendimento de grãos dos genótipos.

TABELA 2. Coeficiente de parentesco (r) de onze genótipos testados na EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1983 e 1984.

Treatamento	1 Trintecincinco	2 Frontana	3 IAS 20	4 Cotiporã	5 Nobre	6 IAS 54	7 Jacuf	8 CNT 10	9 OC 8148	10 PF 79547	11 S 8020
1. Trintecincinco	1,00	0	0,25	0,25	0	0,25	0,13	0,13	0	0,03	0,06
2. Frontana		1,00	0,25	0	0,50	0,25	0,19	0,38	0,25	0,05	0,06
3. IAS 20			1,00	0,25	0,25	0,38	0,31	0,41	0,25	0,11	0,19
4. Cotiporã				1,00	0	0,13	0,25	0,13	0	0,08	0,06
5. Nobre					1,00	0,25	0,38	0,35	0,25	0,05	0,06
6. IAS 54						1,00	0,13	0,20	0,31	0,11	0,13
7. Jacuf							1,00	0,31	0,13	0,09	0,13
8. CNT 10								1,00	0,20	0,14	0,13
9. OC 8148									1,00	0,13	0,06
10. PF 79547										1,00	0,08
11. S 8020											1,00

Valores de r (0,05) < 0,18 rejeitam a hipótese.

Os dados incluídos nas Tabelas 3 a 5, não demonstraram a existência de um comportamento único para todos os caracteres analisados, apesar do grau de parentesco existente entre os genótipos. As médias do caráter rendimento de grãos, na presença ou ausência do produto químico utilizado

No ano de 1983, a reduzida frequência de moléstias pareceu não ter causado reduções no componente número de grãos por espiga, mas pode ter contribuído para intensificar as reduções de diferença entre médias de produtividade de grãos. Por outro lado, poderia ter provocado decréscimos

acentuados nos dois componentes, número de grãos por espiga e peso do grão no ano de 1984, contribuindo para a obtenção de maiores reduções na média de rendimento de grãos sob condições de ausência de controle de moléstias.

A grande consistência dos resultados do período de duração da área verde da lâmina da folha-bandeira e do peso do grão, sob presença de fungicida nos dois anos de teste, pode indicar que a ocorrência de moléstias seja o fator responsável

TABELA 3. Rendimento de grãos corrigido (REND), estimado (RENDES), obtido (REND) e a média de rendimento (x) de onze genótipos de trigo testados na EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1983 e 1984.

Tratamento	1983			1984			X
	RENDC (kg/ha)		RENDES (kg/ha)	REND (kg/ha)	RENDES (kg/ha)		
	AA	AR			CF	SF	
1. Trintecino	A 622 bcd	B 527 bcd	948 b	2.139 d	A 2.308 c	B 1.987 ef	1.422 (c)
2. Frontana	A 677 cd	A 631 bcd	966 b	2.499 abc	A 2.894 b	B 2.293 cd	1.627 (b)
3. IAS 20	A 712 b	B 592 ab	977 b	2.652 a	A 2.933 b	B 2.390 bc	1.713 (b)
4. Cotiporã	A 642 bcd	B 497 bcd	946 b	2.616 ab	A 2.379 c	A 2.141 def	1.537 (b)
5. Nobre	A 643 bcd	B 520 bcd	1.111 a	2.384 abcd	A 2.881 b	B 2.213 cde	1.625 (b)
6. IAS 54	A 684 b	B 444 d	986 b	2.498 abc	A 2.872 b	B 1.941 f	1.571 (b)
7. Jacuí	A 657 d	A 561 bc	967 b	2.395 abcd	A 2.412 c	A 2.289 cd	1.530 (b)
8. CNT 10	A 691 b	B 572 abc	1.125 a	2.656 a	A 2.432 c	B 2.052 ef	1.588 (b)
9. OC 8148	A 669 bc	B 558 bc	1.114 a	2.235 cd	A 3.063 b	B 2.547 b	1.698 (b)
10. PF 79547	A 616 bcd	B 492 cd	1.127 a	2.330 bcd	A 3.018 b	B 2.180 cde	1.627 (b)
11. S 8020	A 816 a	B 654 a	1.220 a	2.216 cd	A 3.560 a	B 2.877 a	1.898 (a)
1. Adubação alta (AA)	A 661		A 1.098	A 2.619		A 2.618	
2. Adubação recomendada (AR)		B 541	B 994	B 2.221		B 2.442	
1. Com fungicida (CF)		A 634	A 1.104	A 2.692	A 2.796		
2. Sem fungicida (SF)		B 568	B 989	B 2.147		B 2.265	

Médias antecedidas de mesma letra maiúscula não diferem significativamente ($P > 0,05$) pelo teste DMS; médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente ($P > 0,05$) pelo teste de Duncan; médias seguidas de mesma letra "a", "b" e "c" entre parêntese na coluna estão no intervalo de 1 a 2, 1 a -1, -1 a -2 desvio-padrão da média, respectivamente.

TABELA 4. Número de grãos por espiga (NG), média do NG (x), peso do grão (PG) e média do PG (x) de onze genótipos de trigo testados na EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1983 e 1984.

	1983	1984		X NG	1983		1984		X
Tratamento	NG				PG (mg)		PG (mg)		
	NG	AA ^b	AR		CF	SF	CF	SF	
1. Trintecino	30,69 e	A 32,90 f	A 36,21 d	33,27 (d)	A 43,50 abc	B 35,63 bc	A 42,25 cd	A 40,47 ab	40,46 (b)
2. Frontana	31,94 cde	A 42,45 cd	A 39,09 cd	37,83 (c)	A 40,38 cde	A 37,88 ab	A 44,18 abc	B 40,30 ab	40,69 (b)
3. IAS 20	34,25 cd	A 46,10 bc	A 42,78 bc	41,04 (c)	A 38,25 de	A 36,88 b	A 41,95 cd	B 37,65 cd	38,68 (b)
4. Cotiporã	32,63 cde	A 41,29 d	B 36,06 d	36,66 (c)	A 37,25 e	A 37,83 ab	A 39,68 def	A 39,72 ab	38,51 (b)
5. Nobre	33,75 cde	A 41,54 d	A 39,16 cd	38,15 (c)	A 44,38 ab	A 41,00 a	A 45,53 e	B 38,26 bc	42,29 (a)
6. IAS 54	34,94 bc	A 49,03 b	B 44,25 b	42,74 (c)	A 39,38 de	B 33,38 c	A 38,69 ef	B 29,63 f	35,27 (c)
7. Jacuí	31,31 de	A 37,33 e	A 35,83 d	34,82 (d)	A 41,38 bcd	A 38,88 ab	A 43,56 abc	A 42,13 a	41,49 (a)
8. CNT 10	41,06 a	A 40,38 de	A 37,31 d	39,58 (c)	A 38,38 de	B 35,25 c	A 40,70 de	B 36,17 cd	36,88 (c)
9. OC 8148	37,50 b	A 57,30 a	B 49,79 e	48,20 (b)	A 39,50 de	A 37,38 ab	A 37,49 f	B 32,49 e	36,72 (c)
10. PF 79547	33,19 cde	A 43,56 cd	A 42,09 bc	39,61 (c)	A 45,75 a	B 39,39 ab	A 45,04 ab	B 35,49 d	41,42 (a)
11. S 8020	42,06 a	A 57,89 a	B 52,83 a	50,93 (a)	A 37,50 d	A 37,63 ab	A 42,49 bcd	B 35,02 d	38,16 (b)
1. Adubação alta (AA)	A 36,15	A 44,42			39,14		39,55		
2. Adubação recomendada (AR)	B 33,55		B 41,40			38,43		39,43	
1. Com fungicida (CF)	35,17	A 44,68			A 40,51		A 41,95		
2. Sem fungicida (SF)	34,53	B 41,24				B 37,06		B 37,03	

Médias antecedidas de mesma letra maiúscula não diferem significativamente ($P > 0,05$) pelo teste DMS; médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente ($P > 0,05$) pelo teste de Duncan; médias seguidas de mesma letra "a", "b", "c" e "d" entre parêntese na coluna estão no intervalo de 1 a 2, 1 a -1, -1 a -2 e -2 a -3 desvio-padrão da média, respectivamente.

TABELA 5. Estatura de planta (EST), média de EST (x), duração da área verde da lâmina da folha bandeira (DAF) e média de DAF (x) de onze genótipos de trigo testados na EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1983 e 1984.

Tratamento	1983		1984		X	1983		1984		X
	EST (cm)		EST (cm)		EST (cm)	DAF (dias)		DAF (dias)		DAF (dias)
	AA	AR	AA	AR		CF	SF	CF	SF	
1. Trintão	A 107,12 a	B 95,50 bc	A 136,75 a	B 127,00 a	116,34 (a)	A 29,00 f	B 23,75 f	A 27,42 d	B 21,76 e	25,48 (c)
2. Frontana	A 98,87 bc	A 94,87 bc	A 113,13 cd	B 105,50 cd	103,10 (b)	A 34,88 e	B 32,38 de	A 38,25 b	B 32,79 cd	34,58 (b)
3. IAS 20	A 105,50 a	B 97,00 ab	A 123,00 b	B 106,88 cd	107,85 (b)	A 34,88 e	B 33,38 cde	A 37,33 c	B 34,88 b	35,11 (b)
4. Coriporã	A 103,00 ab	A 97,25 ab	A 116,38 c	A 111,50 b	107,03 (b)	A 36,75 d	B 35,13 ab	A 37,99 e	B 33,55 e	35,65 (b)
5. Nobre	A 104,37 ab	B 94,62 bc	A 112,13 de	A 107,13 c	104,86 (b)	A 37,25 d	B 32,00 e	A 39,55 b	B 32,49 cd	35,32 (b)
6. IAS 54	A 89,52 d	B 77,12 ef	A 94,00 f	A 90,75 e	87,87 (c)	A 37,25 d	B 34,75 bc	A 39,46 b	B 34,79 b	37,60 (a)
7. Jacuí	A 102,75 ab	A 101,12 a	A 116,13 c	B 107,50 c	106,88 (b)	A 39,88 b	B 36,36 e	A 39,35 b	B 32,05 d	37,47 (a)
8. CNT 10	A 95,00 c	B 87,87 d	A 111,25 de	B 102,63 d	99,19 (b)	A 33,63 e	B 36,63 e	A 42,85 a	B 36,45 e	37,83 (a)
9. OC 8148	A 86,37 d	A 90,37 e	A 91,50 fg	A 87,13 ef	86,34 (c)	A 38,00 cd	B 34,63 bc	A 38,68 bc	B 32,79 cd	35,80 (b)
10. PF 79547	A 81,25 e	B 74,12 f	A 89,50 f	A 85,50 f	82,59 (c)	A 38,13 cd	B 33,63 bcd	A 38,68 bc	B 32,79 cd	35,80 (b)
11. S 8020	A 104,25 ab	B 91,12 cd	A 108,63 e	B 101,75 d	101,29 (b)	A 38,88 bc	B 36,63 e	A 42,69 a	B 36,28 a	38,62 (a)
11. Adubação extra (AA)	A 98,01		A 110,13			34,74		35,48		
2. Adubação recomendada (AR)		B 90,09		B 102,99			35,97		35,65	
1. Com fungicida (CF)	93,11		105,88			A 37,14		A 38,28		
2. Sem fungicida (SF)		94,99		107,84			B 33,57		B 32,85	

Médias antecoladas de mesma letra minúscula não diferem significativamente ($P > 0,05$) pelo teste DMS; médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente ($P > 0,05$) pelo teste de Duncan; médias seguidas de mesma letra "a", "b" e "c" entre parêntese na coluna estão no intervalo de 1 a 2, 1 a -1 e -1 a -2 desvio-padrão da média, respectivamente, para a EST e 0,5 a 1, 0,5 a -0,5 e -0,5 a -1, respectivamente, para a DAF.

pela redução na capacidade fotossintética das folhas e do potencial do peso de grão. A redução da produção de carboidratos durante a fase de enchimento de grãos, provavelmente seja o principal fator responsável pelo decréscimo do componente peso do grão, em condições de ausência de fungicida caracterizando este componente como maior responsável pela redução da média de rendimento de grãos, dos genótipos testados nestas condições de ambiente, no ano de 1983 e de 1984.

A maior média de produtividade de grãos em quilogramas por hectare, produzida sob condições de maior disponibilidade de nutrientes, evidenciou a dependência deste caráter de concentrações elevadas de adubos químicos para a expressão de um potencial superior de rendimento de grãos. As maiores doses de nitrogênio, fósforo e potássio também proporcionaram um maior número de grãos por espiga, provavelmente em virtude do desenvolvimento de uma espiga com um elevado número de espiguetas ou com um grande número de flores férteis por espiga, que contribuíssem para um aumento da capacidade de produção de grãos. Este caráter, grãos por espiga, parece ser o fator mais importante e responsável direto pela expressão máxima da capacidade de produtividade de grãos, considerando que o maior nível de adubação não afetou significativamente o peso do grão.

Para a análise da capacidade de produtividade de grãos, dos distintos genótipos, foram utilizadas três formas, rendimento obtido (REND), corrigido

(RENDC) e estimado (RENDES), que possibilitaram evidenciar importantes informações sobre o comportamento dos genótipos e suas relações com o progresso genético de planta de trigo. As análises realizadas, através dos diferentes tratamentos (fungicida e adubação), ressaltaram variações na média de rendimento de grãos entre genótipos, entretanto o comportamento revelado pelo S 8020, nas distintas condições de ambiente, pode ser caracterizado como o de maior potencial de produtividade de grãos em kg/ha. O desempenho apresentado pelo S 8020, criado mais recentemente, evidenciou a existência de uma alta probabilidade de aumento de rendimento de grãos com a utilização de genótipos obtidos na última fase de melhoramento genético. O comportamento deste genótipo, aponta que o melhoramento genético deve ter contribuído para o aumento do potencial de produtividade de grãos nas plantas de trigo; progresso este já relatado por Frey (1972), Jain (1982), Moreira et al. (1982) e Torres et al. (1982).

A contribuição direta do melhoramento genético de planta de trigo para o caráter número de grãos por espiga, pode ter acontecido em decorrência da reunião de um número maior de genes favoráveis à expressão fenotípica deste caráter, possivelmente oriundas de diferentes cultivares que proporcionaram a obtenção de genótipos com maior capacidade de produção de grãos e consequentemente maior potencial de produtividade, como pode ser constatado através do comporta-

mento apresentado pelo genótipo S 8020, na média de 1984. Entretanto, o número de grãos, determinado através de espigas provenientes na sua grande maioria de afilhos principais que possivelmente possuíam maior capacidade para a expressão deste componente, contribuiu para a produção de maiores médias de rendimento estimado (RENDES) em relação ao rendimento obtido (REND) ou corrigido (REND_C). Por outro lado, as análises da Tabela 4, mostraram que o componente peso do grão parece não estar relacionado com os resultados de rendimento de grãos; pois os genótipos Nobre e PF 79547, possuidores das maiores expressões fenotípicas para o caráter, não revelaram os mais altos potenciais de produtividade de grãos em kg/ha. Desta forma, os resultados obtidos, nas diferentes condições de ambiente, evidenciam as influências do fitomelhoramento sobre o progresso genético destes dois componentes. Contudo, o número de grãos por espiga parece ser o componente mais afetado pela seleção para o incremento do potencial de produtividade de grãos. Os dados demonstram também a existência de novos genótipos com diferentes potenciais para componentes de rendimento, salientando a necessidade da obtenção de cultivares com caracteres superiores para proporcionar maior equilíbrio na estabilidade de rendimento de grãos.

A maior contribuição da área verde da lâmina da folha-bandeira, em virtude do maior período de duração desta área como órgão fotossintético para produção de carboidratos no enchimento de grãos, parece acompanhar o progresso genético da cultura de trigo, o que concorda com os resultados de Evans & Dunstone (1970), Khalifa (1973), Evans et al. (1975), Austin et al. (1980), Mohiuddin & Croy (1980) e Ellison et al. (1983). Este fato foi comprovado através do maior período de duração da área verde da lâmina da folha-bandeira apresentado pelo genótipo S 8020, embora revelasse, em termos médios, uma equivalência do período de contribuição da folha para o processo fotossintético da planta com o CNT 10 e Jacuí, que correspondem a genótipos de recente indicação para cultivo; evidenciando deste modo uma grande contribuição deste caráter para a produção de carboidratos para os genótipos criados mais recentemente pelo melhoramento genético.

A manipulação de constituição genética para nanismo, através do melhoramento, contribuiu para a criação dos genótipos OC 8148, PF 79547 e IAS 54 de menor estatura; os dois primeiros correspondendo a fase recente de criação de cultivares, demonstraram que o melhoramento genético tem contribuído para a redução do porte de planta. Entretanto, estes três genótipos não revelaram um alto potencial de produtividade de grãos, talvez em decorrência das condições de ambiente existente proporcionarem adequadas possibilidades para a expressão da capacidade de rendimento de grãos dos genótipos de maior estatura de plantas.

Apesar da variabilidade apresentada nos caracteres morfológicos e nos componentes do rendimento de grãos, pode ser evidenciada uma contribuição expressiva do melhoramento genético na obtenção de genótipos com caracteres propícios para um alto potencial de produtividade. Os genótipos S 8020 e CNT 10, que apresentaram os maiores rendimentos de grãos, produziram também maior número de grãos por espiga e revelaram um maior período de duração de área verde da lâmina da folha bandeira. Portanto, através do melhoramento foram criados genótipos com maior contribuição de área verde da lâmina da folha-bandeira. Caracterizando, deste modo, maior participação da folha para o processo fotossintético da planta, e com isto possibilitando maior capacidade para a produção de carboidratos na fase de alta importância no suprimento da demanda necessária de uma espiga com grande número de grãos; consequentemente estes genótipos poderiam revelar, em condições específicas de ambiente, maior potencial de produtividade de grãos.

Embora o coeficiente de relacionamento entre estes dois genótipos não seja alto a simples existência de um grau de parentesco é suficiente para entender determinada similaridade de comportamento, uma vez que as combinações genéticas ocorrem ao acaso e a criação de genótipos superiores se concretizam de acordo com as leis de probabilidade. A seleção praticada com base na expressão fenotípica, pode ter propiciado a criação de genótipos com um grau maior de parentesco que o estimado; neste caso a equivalência do comportamento entre estes dois genótipos, em função de diferentes caracteres estudados, poderia ser em decorrência

da manutenção de determinados genes que produziam a expressão fenotípica destes caracteres analisados.

CONCLUSÕES

1. A análise dos experimentos permitiu detectar um avanço genético nas cultivares de trigo criadas através do fitomelhoramento desenvolvido nos últimos 50 anos. Os cruzamentos realizados pelos fitomelhoristas, entre diferentes cultivares, proporcionaram o surgimento de recombinações gênicas superiores que contribuíram para evidenciar o incremento do potencial de rendimento de grãos, associado a uma expressiva participação do número de grãos por espiga no progresso genético desta espécie.

2. A análise do grau de parentesco entre genótipos envolvidos no estudo, evidenciou a manutenção de certo grau de relacionamento entre cultivares, caracterizando uma possível redução da variabilidade genética pela constante utilização de mesmos germoplasmas básicos nos distintos cruzamentos.

3. As variações das condições proporcionadas por níveis de adubação e de fungicida possibilitaram verificar uma certa dependência dos genótipos a ambientes favoráveis para ressaltar a expressão fenotípica de distintos caracteres; entretanto, os efeitos desses tratamentos somente tiveram importância quando as condições permitiam a expressão de uma média elevada de rendimento de grãos.

REFERÊNCIAS

- AUSTIN, R.B.; BINGHAM, J.; BLACKWELL, R.D.; EVANS, L.T.; FORD, M.A.; MORGAN, C.L.; TAYLOR, M. Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. *J. Agric. Sci.*, 94:675-89, 1980.
- BAIER, A.C. Eficiência de fungicidas e inseticidas em trigo e triticale. *Pesq. agropec. bras.*, 17(1):85-91, 1982.
- BORLAUG, N.E. Wheat, rust, and people. *Phytopathology*, 55:1088-98, 1965.
- BOROJEVIC, S. & WILLIAMS, W.A. Genotype x environment interactions for leaf area parameters and yield components and their effects on wheat yields. *Crop Sci.*, 22:1020-5, 1982.
- BRIGGS, K.G. & AYTENFISU, A. Relationships between morphological characters above the flag leaf node and grain yield in spring wheats. *Crop Sci.*, 20:350-4, 1980.
- CARVALHO, F.I.F.; FEDERIZZI, L.C.; NODARI, R.C.; SCHEEREN, P.; SERENO, M.J. Trigo, triticale, aveia e cevada da depressão Central do RS. *Lav. arroz.*, 33:34-9, 1980.
- DONALD, C.M. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica*, 17:385-403, 1968.
- ELLISON, F.; DERERA, N.F.; PEDERSON, D.G. Inheritance of physiological characters associated with yield variation in bread wheat. *Euphytica*, 32:241-55, 1983.
- EMIK, L.D. & TERRILL, C.E. Systematic procedures for calculating inbreeding coefficients. *J. Hered.*, 40:51-5, 1949.
- EVANS, L.T. Physiological basis of yield. In: LARGER, R.H.M. & HILL, G.D. *Agriculture plant. s.l.*, Cambridge University Press, 1979. p.291-310.
- EVANS, L.T. & DUNSTONE, R.L. Some physiological aspects of evolution in wheat. *Aust. J. Biol. Sci.*, 23:725-41, 1970.
- EVANS, L.T.; WARDLAW, I.F.; FISCHER, R.A. Wheat. In: EVANS, L.T. *Crop physiological; some case histories. s.l.*, Cambridge University Press, 1975. p.101-49.
- FAEDO, S.G. Estudio del comportamiento de las cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) relacionados en las distintas etapas del programa del mejoramiento. Montevideo, Universidad de la República, 1981. 152p. Tese Mestrado - Agronomia.
- FALCONER, D.S. Introdução à genética quantitativa. Viçosa, UFV, 1981. 279p.
- FERNANDES, J.M.C.; VIEIRA, J.C.; PICININI, E.C.; SARTORI, J.F.; PRESTES, A.M. Respostas de cultivares de trigo ao tratamento com fungicidas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 10., Porto Alegre, 1980. *Anais. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT*, 1980. p.56-62.
- FISCHER, R.A.; AGUILAR, I.; LAING, D.R. Post-anthesis sink size in a high-yielding dwarf wheat; yield response to grain number. *Aust. J. Agric. Res.*, 18:165-75, 1977.
- FISCHER, R.A. & KOHN, G.D. The relationship of grain yield to vegetative growth and post-flowering leaf area in the wheat crop under conditions of limited soil moisture. *Aust. J. Agric. Res.*, 17:281-95, 1965.
- FREY, K.J. Improving crop yields through plant breeding. In: EASTIN, J.D. & MUNSON, R.D. *Moving of the yield plateau*. Madison, American Society of Agronomy, 1972. p.172. p.15-58.
- GAUDÊNCIO, C.A. Importância do trigo e da contribuição do melhoramento genético brasileiro para adaptação da cultura do Paraná. In: CULTURA do trigo no Estado do Paraná. Londrina, IAPAR, 1981. 69-73 (Circular, 22)
- JAIN, H.K. Plant breeders rights and genetic resources. *Indian J. Genet. Plant Breed.*, 42:121-8, 1982.

- JOHNSON, V.A.; SHAFER, S.L.; SCHMIDT, J.W. Regression analysis of general adaptation in hard red. *Crop Sci.*, 8:187-91, 1968.
- KEMPTHORNE, O. Inbreeding. In: _____. *An introduction to genetic statistics*. Ames, Iowa State University Press, 1969. p.72-105.
- KHALIFA, M.A. Effects of nitrogen on leaf area index, leaf area duration, net assimilation rate, and yield of wheat. *Agron. J.*, 65:253-6, 1973.
- KOCHHANN, R.A. Adubação da cultura do trigo. In: SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DE TRIGO, 6., Montevideo, 1982. *Diálogo*. Montevideo, CIMMYT, 1982. p.23-48.
- LEDENT, J.F. & MOSS, D.N. Relation of morphological characters and shoot yield in wheat. *Crop Sci.*, 19: 445-51, 1979.
- MCMHAHON, M. Aspectos agronomicos y producción de trigo en el Cono Sur de América Latina. In: SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DE TRIGO, 6., Montevideo, 1982. *Diálogo*. Montevideo, CIMMYT, 1982. p.1-11.
- MOHIUDDIN, S.H. & CROY, L.I. Flag leaf and peduncle area duration in relation to winter wheat grain yield. *Agron. J.*, 72:299-301, 1980.
- MOREIRA, J.C.S.; IGNACZAK, J.C.; MEDEIROS, M.C.; SOUZA, C.N.A.; DOTTO, S.R. Reação de cultivares de trigo ao tratamento fitossanitário. In: REUNÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 10., Porto Alegre, 1978. *Anais*. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1978. p.25-38.
- MOREIRA, J.C.S.; SOUZA, C.N.A.; MEDEIROS, M.C. Avaliação do progresso na criação de cultivares de trigo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 12., Cascavel, 1982. *Resumos e comunicados técnicos*. Cascavel, OCEPAR, 1982. p.159-61.
- MUZILLI, O. & HOEPFNER, M.A. Adubação mineral do trigo no Estado do Paraná. In: CULTURA do trigo no Estado do Paraná. Londrina, IAPAR, 1981. p.35-56 (Circular, 22)
- RODGERS, D.M.; MURPHY, J.P.; FREY, K.J. Impact of plant breeding on the grain yield and genetic diversity of spring oats. *Crop Sci.*, 23:737-40, 1983.
- ST. MARTIN, S.K. Effective population size for the soybean improvement program in maturity groups 00 to IV. *Crop Sci.*, 22:151-2, 1982.
- SIMMONS, S.R.; CROOKSTON, R.K.; KURLE, J.E. Growth of spring wheat kernels as influenced by reduced kernel number per spike and defoliation. *Crop Sci.*, 22:983:8, 1982.
- TORRES, L.A.M.; MATZENBACKER, R.G.; SVOBODA, L.H.; MOR, M.J. Ensaio comparativo de rendimento de grãos entre cultivares de trigo antigos e novos. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 12., Cascavel, 1982. *Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa à XII Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo*. Cruz Alta, FECOTRIGO, 1982. p.36-41.
- ZADOKS, J.C.; CHANG, T.T.; KONZAK, C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.*, 14: 415-21, 1974.